



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий інститут водного господарства та природооблаштування
Кафедра гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної
методичної та виховної роботи

_____ О. А. Лагоднюк

« 10 » жовтня 2018 р.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

01-06-62

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

Паливо та обладнання для його спалювання

Fuel and equipment for its combustion

спеціальність 144 «Теплоенергетика»

specialty 144 «Heat engineering»



Робоча програма «Паливо та обладнання для його спалювання» для студентів, які навчаються за спеціальністю 144 «Теплоенергетика». – Рівне: НУВГП, 2018. – 16 с.

Розробник: Костюк О. П., к.т.н., доцент кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин

Протокол від «4» вересня 2018 року № 1

Завідувач кафедри

(підпис)

(О. А. Рябенко)
(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 144 «Теплоенергетика»

Протокол від «26» вересня 2018 року № 1

Голова науково-методичної комісії

(підпис)

(В. З. Кочмарський)
(прізвище та ініціали)

© Костюк О. П., 2018 рік
© НУВГП, 2018 рік



ВСТУП

Програма вибіркової навчальної дисципліни «Паливо та обладнання для його спалювання» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів спеціальності 144 «Теплоенергетика».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є різні види органічного палива добути природнім та штучним шляхом. Зберігання, транспортування, основні фізико-технічні характеристики та способи переробки палива, а також пристрої та способи спалювання палива, які базуються на реалізації концепції енерго- і ресурсозбереження.

Міждисциплінарні зв'язки: навчальна дисципліна «Паливо та обладнання для його спалювання» є складовою частиною циклу професійної підготовки студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» і її вивчення передбачає наявність ґрунтовних знань із раніше вивчених навчальних дисциплін: «Хімія», «Фізика», «Тепломасообмін», «Гідрогазодинаміка», «Технічна термодинаміка».

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Анотація

Інженерна підготовка є невід'ємним складником формування професійної компетентності й важливою передумовою академічної та професійної мобільності студентів.

Програма «Паливо та обладнання для його спалювання» розрахована на студентів, які навчаються за спеціальністю 144 «Теплоенергетика». Програма передбачає комплексне вивчення наукових основ та методологічних підходів до вирішення проблем добування, переробки, зберігання, транспортування та спалювання палива.

Курс «Паливо та обладнання для його спалювання» носить міждисциплінарний характер та є вибіркоким курсом підготовки фахівців-теплоенергетиків. В курсі розглядаються фізико-технічні характеристики різних видів органічного палива, технології їх добування, переробки та використання. Особлива увага звертається на проблеми комплексного використання палива та нові ефективні технології організації процесу спалювання палива, вибору оптимального обладнання для спалювання палива на промислових виробництвах з метою економії паливо-енергетичних ресурсів.

Ключові слова: теплота згорання, температура горіння, пальник, форсунка, топка, паливо, склад палива, горіння, H-t-діаграма, газифікатор.

Abstract

Engineering training is considered to be an integral component of formation of professional competence and an important prerequisite for academic and professional mobility of the students.

The program of «Fuel and equipment for its combustion» is designed for the students who studies for a specialty 144 «Heat engineering». The program provides comprehensive study of scientific fundamentals and methodological approaches to solving the problems of extraction, processing, storage, transportation and combustion of fuel.

It is a cross-disciplinary course and is a selective training course heat engineering. In the course are considered the physical and technical characteristics of various types of organic fuel, technologies of their extraction, processing and use. Particular attention is paid to the problems of integrated use of fuel and new effective technologies for the process of combustion of fuel, the choice of optimal equipment for combustion of fuel in industrial production in order to save fuel and energy resources.

Key words: heat of combustion, combustion temperature, burner, injector, furnace, fuel, fuel composition, combustion, H-t diagraph, gasifier.



1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Вибіркова	
	Спеціальність 144 «Теплоенергетика»		
Модулів – 1	Спеціалізація	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		3-й	3-й
		Семестр:	
		5-й	6-й
		Лекції:	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		28 год	2 год
Загальна кількість годин – 120		Практичні, семінарські:	
		16 год	10 год
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,9 самостійна робота студента – 5,1	Рівень вищої освіти: бакалавр	Лабораторні:	
		–	–
		Самостійна робота	
		76 год	108 год
		Вид контролю:	
		залік	залік

Примітка.

Співвідношення кількості аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи студентів становить:

для денної форми навчання – 58% до 42%.

для заочної форми навчання – 10% до 90%.



2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою курсу «Паливо та обладнання для його спалювання» є оволодіння студентами вмінь і навиків у вивченні основних видів органічного палива, способів їх добування, зберігання, транспортування, основних фізико-технічних характеристик та способів їх переробки і спалювання.

Завдання дисципліни «Паливо та обладнання для його спалювання» – набуття студентами навиків у виконанні розрахунків повного та неповного горіння органічного палива, визначення теплових характеристик продуктів згоряння, розуміння фізичної суті процесів горіння палива.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен:

знати:

- основні види органічного палива та його властивості;
- особливості спалювання газоподібного, рідкого та твердого палива;
- методику розрахунку процесів горіння та вплив на процеси горіння дисоціації CO_2 та H_2O які знаходяться в продуктах згоряння;
- основні пристрої для спалювання палива та особливості їх роботи;
- область застосування, методику розрахунку, вибір типу пальників та їх розташування в робочому просторі ВУ з точки зору максимальної ефективності роботи

вміти:

- виконувати розрахунки повного та неповного горіння будь-якого органічного палива при заданому значенні його складу, коефіцієнту надлишку повітря, вологовмісту палива і повітря, які надходять на горіння;
- визначати парціальний тиск та об'ємну долю будь-якого компонента продуктів згоряння;
- розраховувати температури горіння палива без врахування та з врахуванням можливої дисоціації CO_2 та H_2O ;
- виконувати розрахунки неповного горіння палива з утворенням та без утворення сажистого вуглецю;
- будувати Н-*t* діаграму повного горіння палива та зображати на ній процеси з продуктами згоряння;
- безпомилково визначати тип пристрою для спалювання палива, аналізувати переваги та недоліки та основні теплові характеристики будь-якого пристрою призначеного для спалювання органічного палива;
- використовувати отримані знання при виконанні окремих розділів дипломного проектування.



3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Органічне паливо та його спалювання.

Тема 1. Паливо та його значення у народному господарстві країни.

Основні поняття та класифікація палива. Походження, видобування, зберігання та транспортування органічного палива. Склад палива та способи його задання. Теплота згоряння газоподібного, твердого (рідкого) палива та її визначення. Приведені характеристики палива.

Тема 2. Фізико-технічні характеристики газоподібного, твердого та рідкого палива.

Фізико-технічні характеристики газоподібного, твердого та рідкого палива. Характеристика та маркування окремих видів палива. Вугілля: кам'яне, буре, антрацит. Горючі сланці. Торф. Дрова. Мазут. Природний та попутні нафтопромислові гази.

Тема 3. Матеріальні баланси процесу повного горіння палива.

Розрахунки повного горіння газоподібного, твердого (рідкого) палива. Обробка результатів розрахунку. Склад і кількість продуктів повного згоряння палива. Дійсні об'єми продуктів згоряння палива. Коефіцієнт надлишку повітря. Теоретична кількість повітря, що необхідна для повного згоряння одиниці кількості палива.

Тема 4. Температури горіння палива та визначення необхідності попереднього підігріву компонентів горіння.

Жаропродуктивна, калориметрична, теоретична та розрахункова температура горіння палива. Пірометричний коефіцієнт. Температура горіння палива з врахуванням дисоціації CO_2 та H_2O , які знаходяться в продуктах згоряння палива. Необхідність попереднього підігріву компонентів горіння.

Тема 5. Діаграма $H-t$ повного горіння палива.

Призначення $H-t$ діаграми. Визначення ентальпії продуктів згоряння палива при різних температурах. Визначення калориметричної температури горіння палива при різних значеннях температур попереднього підігріву компонентів горіння за допомогою $H-t$ діаграми. Процеси, які зображаються на $H-t$ діаграмі.



Тема 6. Неповне горіння газоподібного палива.

Неповне горіння газоподібного палива без утворення сажистого вуглецю. Неповне горіння газоподібного палива з утворенням сажистого вуглецю. Склад продуктів неповного горіння.

Змістовний модуль 2. Пристрої для спалювання органічного палива.

Тема 7. Топки для спалювання рідкого, твердого та газоподібного палива.

Схеми способів спалювання палива. Класифікація топок. Топки з нерухомим та рухомим шаром палива. Топки з рухомим похилим шаром палива. Топки для спалювання палива факельним способом. Топки для спалювання рідкого та газоподібного палива. Параметри, які характеризують роботу топок.

Тема 8. Пристрої для спалювання газоподібного палива (пальники).

Класифікація пальників. Основні вимоги, які висуваються до пальників. Інжекторні пальники. Панельні безфакельні пальники. Чашоподібні керамічні пальники. Пальники типу «труба в трубі». Переваги та недоліки різних видів пальників. Радіаційні труби.

Тема 9. Пристрої для спалювання рідкого палива (форсунки).

Класифікація форсунок. Основні вимоги, які висуваються до форсунок. Форсунки низького та високого тиску. Комбіновані газо-мазутні форсунки (пальники). Переваги та недоліки форсунок низького та високого тиску. Газифікатори рідкого палива.



4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Органічне паливо та його спалювання												
Тема 1. Паливо та його значення у народному господарстві країни.	11	3	2	-	-	6	11	-	1	-	-	10
Тема 2. Фізико-технічні характеристики газоподібного, твердого та рідкого палива.	11	4	-	-	-	7	11	1	-	-	-	10
Тема 3. Матеріальні баланси процесу повного горіння палива.	16	3	4	-	-	9	16	-	2	-	-	14
Тема 4. Температури горіння палива та визначення необхідності попереднього підігріву компонентів горіння.	14	3	2	-	-	9	14	-	2	-	-	12
Тема 5. Діаграма $H-t$ повного горіння палива.	7	2	-	-	-	5	7	-	-	-	-	7
Тема 6. Неповне горіння газоподібного палива.	11	2	2	-	-	7	11	-	1	-	-	10
Разом за змістовим модулем 1	70	17	10	-	-	43	70	1	6	-	-	63



продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 2. Пристрої для спалювання органічного палива												
Тема 7. Топки для спалювання рідкого, твердого та газоподібного палива.	16	3	2	-	-	11	16	-	2	-	-	14
Тема 8. Пристрої для спалювання газоподібного палива (пальники).	17	4	2	-	-	11	17	1	1	-	-	15
Тема 9. Пристрої для спалювання рідкого палива (форсунки).	17	4	2	-	-	11	17	-	1	-	-	16
Разом за змістовим модулем 2	50	11	6	-	-	33	50	1	4	-	-	45
Модуль 2												
ІНДЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Усього годин	120	28	16	-	-	76	120	2	10	-	-	108

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1	2	3	4
Змістовий модуль 1. Органічне паливо та його спалювання			
1.	Тема 1. Розрахунок складу твердого (рідкого) та газоподібного палива.	2	1
2.	Тема 3. Розрахунок горіння твердого (рідкого) та газоподібного палива.	4	2
3.	Тема 4. Визначення жаропродуктивної, калориметричної, теоретичної та розрахункової температури горіння палива.	2	2
4.	Тема 6. Розрахунок неповного горіння палива без утворення сажистого вуглецю.	2	1
Разом за змістовим модулем 1		10	6



продовження таблиці

1	2	3	4
Змістовий модуль 2. Пристрої для спалювання органічного палива			
5.	Тема 7. Розрахунок параметрів топок.	2	2
6.	Тема 8. Розрахунок та вибір пальників.	2	1
7.	Тема 9. Розрахунок та вибір форсунок.	2	1
Разом за змістовим модулем 2		6	4
Разом		16	10

6. Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

Підготовка до аудиторних занять – **0,5 год/1 год. занять**

- для денної форми навчання – **22 год.**

- для заочної форми навчання – **6 год.**

Підготовка до контрольних заходів – 6 год. на 1 кредит ЄКТС – **24 год.**

Всього для денної форми навчання – **46 год.**

Всього для заочної форми навчання – **30 год.**

Опрацювання окремих тем програми або їх частин, які не викладаються на лекціях.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1	2	3	4
Змістовий модуль 1. Органічне паливо та його спалювання			
1.	Тема 1. Паливо та його значення у народному господарстві країни.	2	4
2.	Тема 2. Фізико-технічні характеристики газоподібного, твердого та рідкого палива.	3	6
3.	Тема 3. Матеріальні баланси процесу повного горіння палива.	4	10
4.	Тема 4. Температури горіння палива та визначення необхідності попереднього підігріву компонентів горіння.	4	10
5.	Тема 5. Діаграма $H-t$ повного горіння палива.	2	8
6.	Тема 6. Неповне горіння газоподібного палива.	3	10
Разом за змістовим модулем 1		18	48



продовження таблиці

1	2	3	4
7.	Тема 7. Топки для спалювання рідкого, твердого та газоподібного палива.	4	10
8.	Тема 8. Пристрої для спалювання газоподібного палива (пальники).	4	10
9.	Тема 9. Пристрої для спалювання рідкого палива (форсунки).	4	10
Разом за змістовим модулем 2		12	30
Разом		30	78

7. Методи навчання

Для викладання лекційного курсу розроблений ілюстративний матеріал, здійснюється аналіз та обґрунтування проблемних питань. На практичних заняттях розв'язуються ситуаційні задачі з використанням калькуляторів та ЕОМ. Для цього застосовується спеціально розроблений короткий (опорний) конспект лекцій у вигляді окремих карток і прозірок для кожної теми. На картках і прозірках чітко зображені необхідні рисунки, написані основні формули, коротко приведені потрібні визначення.

На практичних заняттях студенти здобувають навички розрахунків складу твердого (рідкого) та газоподібного палива, розрахунку повного та неповного горіння палива та визначення температур горіння палива, а також розрахунку та вибору пристроїв для спалювання палива. Для перевірки правильного виконання розрахунків студентами, розроблений пакет прикладних програм для ПЕОМ: «PAL 2 NEW», «NEPGORWI», «URNEPGOR», «NEPGORS», «DISTEMPK», «DISTEMPR», «RECIRC», «NEOBPOD».

На лекційних заняттях використовуються опорні конспекти лекцій, кодоскоп та мультимедійний проектор.

8. Методи контролю

Контроль знань студентів з навчальної дисципліни здійснюється в усній і письмовій формі, а також шляхом тестування з використанням технічних засобів. Поточний контроль знань студентів за змістовими модулями з навчальної дисципліни проводиться у Центрі незалежного оцінювання знань у тестовій формі та включає теоретичну і практичну частину. Теоретична частина складається з тестів I-го рівня (одна правильна відповідь з п'яти запропонованих) та тестів II-го



рівня (дві та більше правильних відповідей з п'яти запропонованих). Практична частина передбачає розв'язок задачі та отриманням конкретної відповіді з записом розв'язку.

Контроль роботи студентів проводиться за такими видами робіт:

- наявність лекційного матеріалу – шляхом перегляду конспектів;
- робота на практичних заняттях – шляхом усного опитування та перевірки виконаних практичних завдань;
- підготовка та презентація реферату, міні лекції;
- підготовка до видання наукових статей, тез для участі в конференціях;
- участь у конкурсах, олімпіадах;
- підсумковий залік.

Усі форми контролю включені до 100-бальної шкали оцінювання.

Підсумковий контроль знань студентів денної форми навчання проводиться в кінці 5-го семестру, а для студентів заочної форми навчання в кінці 6-го семестру шляхом складання заліку.

Оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на практичних заняттях, результати самостійної роботи студентів) проводиться за такими критеріями:

1. Розрахункові завдання, задачі, лабораторні роботи (у % від кількості балів, виділених на завдання із заокругленням до цілого числа):

0 % – завдання не виконано;

40% – завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% – завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

2. Ситуаційні вправи, конкретні ситуації та інші завдання творчого характеру (у % від кількості балів, виділених на завдання із заокругленням до цілого числа):

0% – завдання не виконано;

40% – завдання виконано частково, висновки не аргументовані і не конкретні, звіт підготовлено недбало;

60% – завдання виконано повністю, висновки містять окремі недоліки, судження студента не достатньо аргументовані, звіт підготовлено з незначним відхиленням від вимог;

80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки не системного характеру;



100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота									Сума
Змістовий модуль № 1						Змістовий модуль № 2			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	100
8	15	15	11	8	8	10	15	10	
65						35			

T1, T2... T12 — теми змістових модулів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі форми навчальної діяльності	Для екзамену, курсового проекту (роботи)	Для заліку
90-100	відмінно добре	зараховано
82-89		
74-81		
64-73	задовільно	не зараховано з можливістю повторного складання
60-63		
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10. Методичне забезпечення

Методичне забезпечення навчальної дисципліни «Паливо та обладнання для його спалювання» включає:

1. Опорний конспект лекцій (у електронному та паперовому носіїві) по всіх темах курсу, у тому числі і для самостійного вивчення.
2. Пакети тестових завдань по кожній темі і в цілому по всьому курсу дисципліни.
3. Програмне забезпечення дисципліни пакетом прикладних програм по розрахункам на ЕОМ.
4. Тестова програма перевірки знань студентів «TEST PAL».



11. Рекомендована література

Базова

1. Костюк О. П. Паливо та обладнання для його спалювання. Навчальний посібник / О. П. Костюк. – Рівне: НУВГП, 2011. – 121 с.

Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2112/>.

2. Частухин В. И., Частухин В. В. Топливо и теория горения / В. И. Частухин, В. В. Частухин. – Київ: Вища школа, 1989. – 237 с.

3. Анцев Б. В., Приходько М. А. Паливо та пристрої для його спалювання (короткий конспект лекцій) / Б. В. Анцев, М. А. Приходько. – Київ-Рівне: Кафедра ТПТ НТУУ «КПІ» та кафедра ТЕ НУВГП, 2005. – 97 с.

4. Иссерлин А. С. Основы сжигания газового топлива / А. С. Иссерлин. – Л.: Недра, 1980. – 237 с.

5. Мисак Й. С., Гнатишин Я. М., Івасик Я. Ф. Паливні пристрої для спалювання низькосортних палив. Навчальний посібник / Й. С. Мисак, Я. М. Гнатишин, Я. Ф. Івасик. – Львів, 2002. – 67 с.

6. Акмен Р. Г. Топливо, основы теории горения и топочные устройства / Р. Г. Акмен. – Харків. 2005. – 141 с.

Допоміжна

1. Баскаков А. П. Теплотехника / А. П. Баскаков, В. В. Берг – М.: Энергоиздат, 1982. – 264 с.

2. Померанцев В. В., Арефьев К. М., Ахмедов Д. Б., и др. Основы практической теории горения: Учебное пособие для вузов / В. В. Померанцев, К. М. Арефьев, Д. Б. Ахмедов. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 312 с.

3. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник / Под общ. ред. В. А. Григорьева и В. М. Зорина. – М.: Энергоиздат, 1983. – 552 с.

4. Роговой М. И. Расчеты и задачи по теплотехническому оборудованию предприятий промышленности строительных материалов / М. И. Роговой, М. Н. Кондаков, М. Н. Сагановский. – М.: Стройиздат, 1975. – 320 с.

5. Филиппев С. В. Промышленные печи и газовое хозяйство заводов / С. В. Филиппев. – Киев: Вища школа, 1976. – 240 с.

6. Пашков Л. Т. Основы теории горения / Л. Т. Пашков. – М.: МЭИ, 2006. – 125 с.

7. Гуцин С. Н. Расчеты горения топлив / С. Н. Гуцин. – Екатеринбург: УМЦ УПИ, 1995. – 25 с.



12. Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>.
2. Наукова бібліотека Кабінету Міністрів України (м. Київ, вул. Грушевського, 12/2) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kmu.gov.ua/>.
3. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, пл. Короленка, 6) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://libr.rv.ua/>.
4. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського (м. Київ, Голосіївський проспект, 3) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>.
5. Національна парламентська бібліотека України (м. Київ, вул. М. Грушевського, 1) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nplu.org/>.
6. Державна науково-технічна бібліотека України (м. Київ, вул. Антоновича, 180) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://gnbt.gov.ua/>.
7. Рівненська централізована бібліотечна система (м. Рівне, вул. Київська, 44) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cbs.rv.ua/>.
8. Науково-технічна бібліотека ім. Г.І. Денисенка Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (м. Київ, Проспект Перемоги, 37) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.library.kpi.ua/>, <http://culonline.com.ua/>, <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/2145>.
9. Національна бібліотека України імені Ярослава Мудрого (м. Київ, вул. Грушевського, 1) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://elib.nplu.org/>.
10. Науково-технічна бібліотека Національного університету «Львівська політехніка» (м. Львів, вул. Професорська, 1) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.lp.edu.ua/ttp/>.
11. Науково-технічна бібліотека Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків, вул. Кирпичева, 2) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: bl@kpi.kharkov.ua, <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/2810>.
12. Освітньо-професійна програма «Теплоенергетика» першого рівня вищої освіти за спеціальністю 144 «Теплоенергетика» галузі знань 14 «Електрична інженерія» (НУВГП, м. Рівне, 2018 р.).